

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-184929
(43)Date of publication of application : 25.07.1995

(51)Int.CI.

A61B 19/00
A61B 1/00

(21)Application number : 05-348773
(22)Date of filing : 27.12.1993

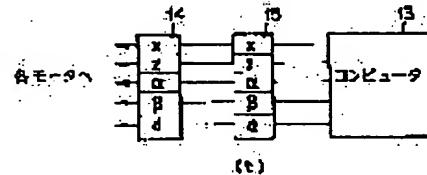
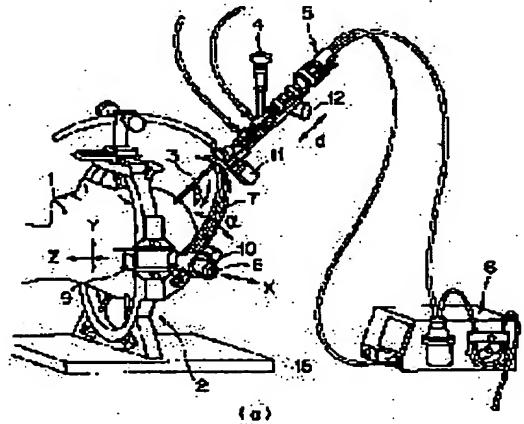
(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD
(72)Inventor : IKEDA YUICHI
MIZUNO HITOSHI
KUDO MASAHIRO
KOSAKA YOSHIHIRO

(54) SURGICAL INSTRUMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the surgical instrument for reducing the working burden of a surgical operating person in the case of a stereotactic operation and safely, surely and exactly positioning surgical instruments in a short time.

CONSTITUTION: This surgical instrument is composed of a stereotactic apparatus 2 for positioning a diseased part inside the head 1 from the position of the diseased part previously provided by a diagnostic imaging device while being fixed to the patient head 1, for example sheath 3 to be inserted to the diseased part corresponding to an inserting position and a direction due to the stereotactic apparatus 2, endoscope 4 to be freely attachably and detachably inserted to the sheath 3, treatment instruments, and plural driving motors for electrically three-dimensionally moving the sheath 3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.12.1999
[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.06.2004
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

**Japanese Unexamined Patent Publication
No. 184929/1995 (Tokukaihei 7-184929)**

A. Relevance of the Above-identified Document

The following is a partial English translation of exemplary portions of non-English language information that may be relevant to the issue of patentability of the claims of the present application.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document

See the attached English Abstract.

[CLAIMS]

1. A surgical apparatus, comprising:
 - a stereotaxic instrument, which is firmly set in a target portion, and which three-dimensionally identifies a desired position inside the target portion;
 - a sheath, which is provided in the stereotaxic instrument, and in which at least either an endoscope or a treatment instrument is detachably provided;
 - control/driving means for electrically carrying out such control and driving that the sheath is inserted and withdrawn in a predetermined direction and a predetermined position so as to reach the desired position identified by the stereotaxic instrument; and
 - imaging/processing means for displaying a desired image and performing a predetermined process by driving at least either the endoscope or the treatment instrument provided in the sheath.

[EMBODIMENTS]

...

- [0022] In the following, an arrangement of a surgical

apparatus according to a third embodiment of the present invention will be described with reference to Figs. 6 and 7. Since the third embodiment employs the stereotaxic instrument of the surgical apparatus of the first embodiment, only a characterizing portion of the third embodiment will be described. Fig. 6 illustrates a craniotomy procedure carried out with the use of a craniotomy drill installed in the stereotaxic instrument (see Fig. 1) of the surgical apparatus. Fig. 7 is a block diagram illustrating an example of the arrangement of the surgical apparatus of the present embodiment.

[0023] As illustrated in Fig. 7, the surgical apparatus is arranged such that: an acceleration sensor 54, a force sensor 55, a motor 58, and a drill insertion/withdrawal actuator 57 are connected to a control device 59. The acceleration sensor 54 is installed in the craniotomy drill 51. The motor 58 rotates a drill 53.

[0024] As illustrated in Fig. 6, the surgical apparatus is arranged such that: the drill blade 53 is provided on a tip of the craniotomy drill 51; and the acceleration sensor 54 and the force sensor 55 are so installed as to be reachable by the operator's hand. Furthermore, the craniotomy drill 51 is fixed by a holder 56 in which the drill insertion/withdrawal actuator 57 is provided. The acceleration sensor 54 is a sensor including a piezoelectric element, or is a tiny cantilever displacement detection sensor. The force sensor 55 is a kinesthetic sensor having a load cell and a beam structure. Further, the drill insertion/withdrawal actuator 57 includes a geared motor and the like.

[0034] The joint actuator 82 includes an AC motor and the like. The joint actuator 82 can work together with an acceleration sensor 71 and a force sensor 72 installed in the

surgical treatment instrument holder 66, for the purpose of detecting multidirectional components. The acceleration sensor 71 is, for example, a gyroscopic sensor obtained by providing piezoelectric elements in a single package such that the piezoelectric elements can detect acceleration components of force exerted in X, Y, and Z directions, respectively. Further, the force sensor 72 may be a hexaxial kinesthetic sensor, which includes a strain gauge provided in a straining beam and which can detect the X-direction force, the Y-direction force, the Z-direction force, roll momentum, pitch momentum, and yaw momentum by detecting strain caused by application of force.

[0035] A certain portion to be treated by the surgical apparatus thus arranged is instructed before the operator uses the surgical apparatus so as to treat the portion. See an example in which the operator uses the surgical apparatus equipped with a scalpel, in order to make a median incision or the like. For the median incision using the scalpel 70, a starting point and an ending point of the incision are instructed as follows. That is, the scalpel 70 is brought to the starting point and the ending point. When the scalpel 70 is positioned at each of the starting point and the ending point, an instruction button of an instruction input section 83 is pressed down such that the points are inputted as coordinates.

[0036] During the actual treatment, the operator holds the surgical treatment instrument holder 66 in his hand. When the operator moves the surgical treatment instrument holder 66 in a direction deviating from the target portion (incision line in this case), the deviation is detected by the acceleration sensor 71 and the force sensor 72. Then, the multi-joint holder 66 is so controlled as to move in the direction instructed in advance.

[0037] During the treatment, the force sensor 72 of the surgical treatment instrument holder 66 detects reactive force

that the scalpel 70 receives from a living organism. In accordance with a signal generated based on the reactive force, the movement of the multi-joint holder 66 is controlled such that applied force necessary for making the incision is kept within a preset range. Note that the surgical treatment instrument provided on the tip of the surgical treatment instrument holder 66 is replaceable. For example, in cases where the treatment instrument is replaced with a pair of needle forceps, a suture, an anastomosis, and the like can be more safely carried out in the body cavity by preliminarily instructing a robot to carry out the procedure.

[0038] Thus, according to the surgical apparatus of the fifth embodiment, the deviation that the operator makes from the target portion preliminarily instructed by the operator is detected by the acceleration sensor and the force sensor which are capable of detecting the multiaxial components. In accordance with a signal generated based on the detected deviation, the multi-joint holder is controlled such that the surgical treatment instrument moves as instructed. This makes it possible to carry out a safer treatment. In the following, an arrangement of a surgical apparatus according to a sixth embodiment of the present invention will be described with reference to Figs. 11 and 12. The sixth embodiment is a master-slave system for remotely carrying out a surgical procedure.

[0039] In the system, a master arm 101 to be operated includes (i) a position sensor 96 for detecting a form of the master arm 101; and (ii) a joint actuator 97 for regulating a movement of the master arm 101. Examples of the position sensor 96 include a potentiometer, an encoder, and a resolver. Examples of the joint actuator 97 include a motor and a brake. Further, provided in a slave arm 98 of the system are (i) a

position sensor 93 for detecting a form of the slave arm 98; and (ii) a joint actuator 94 for driving the slave arm 98. Examples of the position sensor 93 include a potentiometer, an encoder, and a resolver. Examples of the joint actuator 94 include a motor.

[0040] Further, on respective tips of the master arm 101 and the slave arm 98, tissue grippers are provided. The tissue gripper provided on the slave arm is provided with a force sensor 91 for detecting force of holding the tissue. Examples of the force sensor 91 include a small load cell and a strain gauge. Toward the tip of the slave arm 98, an acceleration sensor 92 is provided. Further, on the tip of the master arm 101, a force sensor 100 is provided in a similar manner.

[0041] In the surgical apparatus thus arranged, when the operator moves the master arm 101 in order to carry out the procedure, a signal from the position sensor 96 is sent to a control device 95 such that the slave arm 98 is driven to copy the form of the master arm. If the operator accidentally gives a sudden jerk of the master arm, the acceleration sensor 92 provided in the slave arm detects that the sudden quick movement is not a normal movement. In accordance with a signal generated based on the detection, the control device 95 stops the movement of the slave arm 98 by locking the joint actuator 94 provided in the slave arm. With this, the slave arm 98 stops moving so as not to copy the way the master arm moves.

[0042] Further, the force sensor 91 of the tissue gripper of the slave arm detects a signal (reactive force signal) indicative of reactive force exerted from the living organism. The reactive force signal is sent to the control device 95, and then to the joint actuator 97 of the master arm. With this, the joint actuator 97 is driven such that the master side causes the operator to feel the reactive force detected by the slave side. In

cases where the detected reactive force is so large as to damage the tissue, the control device 95 carries out, regardless of how the master arm 101 moves, such control that the joint actuator 94 provided in the slave side does not move beyond the preset value.

[0043] In cases where an excessive acceleration or an excessive force acting on the tissue is detected, the joint actuator 94 may be so controlled as to be driven such that the master arm 101 stops moving. The treatment instrument on the tip of each of the arms can be replaced with another pair of forceps or the like.

[0044] The surgical apparatus of the sixth embodiment described above is arranged such that: the excessive acceleration of the slave manipulator or the excessive force acting on the tissue is detected, and the slave arm or the master arm is so controlled as to be driven in accordance with the detected information. With this, a minimally invasive approach to a deep organ can be safely carried out with the use of the master-slave surgical treatment system such that the operator's mistake is corrected. This cannot be attained with the use of the conventional treatment instrument.

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-184929

(43) 公開日 平成7年(1995)7月25日

(51) Int.Cl.⁶
A 61 B 19/00
1/00

識別記号 510
府内整理番号 300 G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1 FD (全10頁)

(21) 出願番号 特願平5-348773

(22) 出願日 平成5年(1993)12月27日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 池田 裕一
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 水野 均
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 工藤 正宏
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

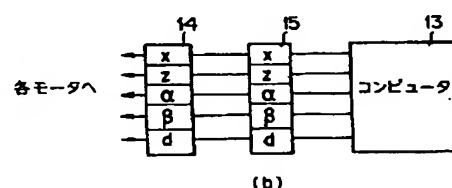
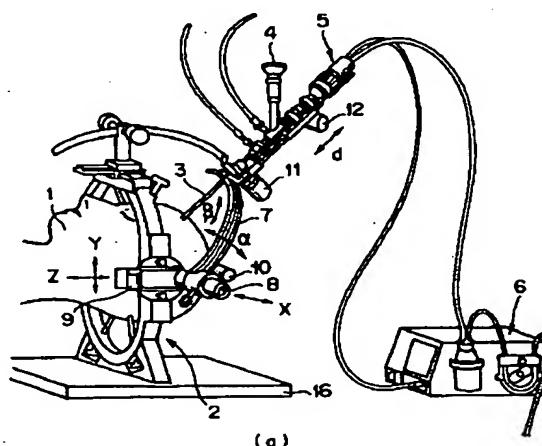
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手術装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、定位手術における術者の作業負担を軽減し、安全にかつ確実に短時間で、手術器具の位置決めを正確に行う手術装置を提供することを目的とする。

【構成】 本発明は、例えば患者頭部1に固着され、予め画像診断装置により得た病変部分の位置から、頭部1内の病変部分の位置決めを行う定位装置2と、定位装置2による挿入位置、方向で病変部分まで挿入されるシース3と、シース3に着脱自在に挿入される内視鏡4と処置具と、シース3を電気的に3次元的に移動させる複数の駆動モータとで構成される手術装置である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象部位に固着し、該対象部内の所望位置を3次元的に認識する定位装置と、前記定位装置に設けられた着脱自在な少なくとも内視鏡及び処置具のいずれかを備えるシースと、前記定位装置に認識された所望位置に対して、所定の挿入方向及び、所定位置から前記シースが到達するように挿入及び後退を電気的に制御し駆動させる制御駆動手段と、前記シースに備えた前記少なくとも内視鏡及び処置具のいずれか一方を駆動させ、所望の映像及び前記処置具による所定処理を実施する映像・処理手段と、を具備することを特徴とする手術装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば、頭蓋骨内外科手術を遠隔操作により行う手術装置に係り、特にシースの挿入・後退を電気的駆動により行い、遠隔操作による処置を行うのに好適する手術装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、外科手術を必要とする障害として、例えば脳における障害がある。その障害の代表的なものとして、脳出血とクモ膜下出血、バーキンソン氏病等があげられる。これら、脳障害を改善するための手術方法として、例えば「脳神経外科」誌第14巻2号、P123~133(1986)に示される様に、コンピュータトモグラフィ(CT)誘導による定位脳手術が行われている。定位脳手術とは、患者の頭部に定位脳手術装置を固定し、この定位装置に設けた位置決め装置により、脳内の障害部分への位置決めを行い、ドレナージチューブ、生検鉗子等の処置具を障害部分に挿入し、手術を行うものであり、例えば、特公昭63-51701号公報、U.S.P. 4350159等に開示されている。

【0003】このような定位手術では、近年X線CT、MRI等の観察装置を用い、断層像あるいは3次元像より障害部分を捉え、位置決めすることにより、位置決めの精度が向上し、患者に与える侵襲を低く抑えることができるようになった。さらに、例えば特開平1-146522号公報に開示されるような定位脳手術装置では、内視鏡を組み合わせ、生検、血腫吸引等の処置をリアルタイムで観察しながら行うことによって、安全性の向上を図ろうとする内視鏡下定位手術装置も提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前述した従来の定位手術においては、例えば脳手術であれば、定位装置に対するシースの位置決め、固定、シースの頭部への挿入抜去の進退操作を、術者が手動によって行っていた。すなわち、シースの挿入位置を変更するためには、定位装置にシースを取付ける固定手段の取付ねじをゆる

め、変更する位置へ定位装置に付けられている目盛りを読みながら移動させ、再び固定手段のねじをしめて固定するという作業が必要であった。この作業は、時間がかかり、わずらわしいだけでなく、術前への負担となるものであった。

【0005】また、術者の定位装置に刻まれた目盛の読み誤りにより間違った位置にシースを取付けてしまうおそれや、固定手段のねじの締め方が充分でない場合には、手術作業中にシースが脱落するおそれなどがあり、

10 安全性向上のためには、まだ改良の余地のあるものであった。そこで本発明は、定位手術における術者の作業負担を軽減し、安全にかつ確実に短時間で、手術器具の位置決めを正確に行う手術装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、対象部位に固着し、該対象部内の所望位置を3次元的に認識する定位装置と、前記定位装置に設けられた着脱自在な少なくとも内視鏡及び処置具のいずれかを備えるシースと、前記定位装置に認識された所望位置に対して、所定の挿入方向及び、所定位置から前記シースが到達するように挿入及び後退を電気的に制御し駆動させる制御駆動手段と、前記シースに備えた前記少なくとも内視鏡及び処置具のいずれか一方を駆動させ、所望の映像及び前記処置具による所定処理を実施する映像・処理手段とで構成される手術装置を提供する。

【0007】

【作用】以上のような構成の手術装置は、定位装置により障害部分となる対象部位に固定され、対象部分の位置決めが行なわれ、この定位装置によって挿入方向、位置が決定され、対象部位に内視鏡、若しくは処置具を備えたシースが挿入され、制御手段によって前記シースの定位手術装置に対する方向、位置を合わせるための動作、シースの対象部分への挿入、抜去の進退動作を、電気的に制御される駆動部により行なわれる。

【0008】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。図1、2には、本発明による第1実施例としての手術装置の構成を示し説明する。この第1実施例

40 では、脳手術を行う手術装置を例とする

【0009】この手術装置においては、患者の頭部1に固着され、頭部1内の対象となる病変部分の位置決めを行う定位装置2と、該定位装置2によって、挿入位置、方向が決定され、病変部分に挿入されるシース3と、このシース3に着脱自在に挿入される内視鏡4と、処置具として用いられる超音波吸引器5と、超音波吸引器5を駆動するための超音波吸引器本体6と、内視鏡4と超音波吸引器5を定位装置2に取付け、支持するためのアーム7と、該アーム7をシース3、内視鏡4及び超音波吸引器5と一体的に定位装置2に対して、X軸方向、Z軸

方向へ移動されるためのXモータ8、Zモータ9と、X軸まわりに回転させるための α モータ10と、前記シース3を内視鏡4、超音波吸引器5と一緒にアーム7上を移動させるための β モータ11と、前記アーム7に対して進退させるためのdモータ12とで構成され、さらにこの装置には、図1(b)に示すような、各モータの動作を制御するためのコンピュータ13と、X、Z、 α 、 β 、d各モータ8~12の駆動電源となるドライバ14と、前記コンピュータ13からの駆動指令をドライバ14へ伝達するためのコントローラ15とを備えている。また、図示されないが、各モータにはエンコーダが取付けられている。

【0010】このように構成された手術装置の動作について説明する。まず、手術台16上に固定された定位装置2のリング部分に患者の頭部1を挿入し装着する。

【0011】そして、予め準備したX線CT、MRI等によって得られた患者頭部1内の病変部分の座標に基づいて、シース3の頭部1への挿入方向、位置を決定した後に、X、Z、 α 、 β の値を定め、コンピュータ13に入力する。前記コンピュータ13からの各X、Z、 α 、 β モータへの駆動制御信号は、モータコントロール15を介して、ドライバ14へ伝達される。前記ドライバ14は、前記駆動制御信号に基づき、各モータの駆動電流が供給されて、各モータが駆動する。

【0012】前記各モータに取付けられたエンコーダは、コンピュータ13によって指示された値にまで移動したか否かを検出する。この検出信号は、ドライバ14を通して、モータコントロール15へフィードバック(F/B)され、各モータの位置制御に用いられる。このように、シース3が進退する位置、方向が定められる。次に前述した作業と同様にして、dモータ12を駆動することによって、シース3の頭部1への挿入が行なわれる。

【0013】図3には、頭部1に挿入された状態のシース3の先端部付近を示す。このシース3に装着された内視鏡4による観察下で、超音波吸引器(プローブ)5を遠隔操作し、患者脳1b内にある血腫1cを吸引除去する。このような第1実施例によって、シースの定位装置に対する位置、挿入方向、挿入方向を制御されたモータによって行うことで、術者の作業負担の低減、及び安全でかつ確実に短時間に手術器具の位置決めを正確に行なうことができる。

【0014】また、この第1実施例の手術装置の定位装置を用いる例として、図4に示すように、予めX線CTや、MRI等の画像診断装置により、患者の頭蓋20内の腫瘍等の病変(障害)部22の位置を特定する。それと同時に、血管23の走行位置も画像診断によって特定し、それらの座標データを図示しない記憶装置に記憶する。図1に示す定位装置2に装着されたシース3に内視鏡4を取り付け、特定した病変部22に向け内視鏡4を

刺入する。

【0015】その際に、記憶された血管の走行状態を画像として表示させ、これを参照しながら、病変部22まで内視鏡4が到達する経路上にある血管23や神経に当接する前に内視鏡の曲モータによって、挿入部を湾曲させて、血管23を傷つけぬように回避することができる。従って、頭蓋内に内視鏡を刺入する際に、脳内血管を傷つけることがなく、低侵襲で、安全に定位脳手術を行うことができる。

- 10 【0016】次に本発明による第2実施例としての手術装置の定位装置を用いる例を示し説明する。この第2実施例は、前述した第1実施例の手術装置の定位装置を用いて、入力マニピュレータと同様の動きをする鉗子を利用したものである。図5に示すように、患者の頭部31に固着する定位装置32と、定位装置32に装着され、頭蓋内の所定箇所(病変部分)に図示しない駆動モータによって定位的に刺入するシース33と、このシース33内を先端開口部まで挿通し、開口部から露出した病変部34を観察するための内視鏡35と、同様に内視鏡35とほぼ平行してシース33内を挿通し、内視鏡35の視野内で作業を行う鉗子36とが設けられている。

- 【0017】これらの鉗子36の動作及び、内視鏡35の湾曲動作は、シース33の根元部に取付けられたモータ37によって駆動される。そして、前記内視鏡35の映像は内視鏡35と信号線44で接続されたCCU49を介して、モニタ40に映し出される。また鉗子36の動作は、コントローラ41に取付けられた入力でマニピュレータ42を操作者が上下押引き、開閉動作をコントローラ41内のコンコーダで読み取り、ドライバユニット43に伝え、ドライバユニット43からモータ37の駆動信号をモータ信号線44を介してモータ37に伝え、入力マニピュレータ42と同様の動きを鉗子36が行えるようになっている。

- 【0018】このような手術装置は、まず、患者頭蓋内の腫瘍等の病変部34の位置大きさ等をX線CT、MRI等の画像診断装置によって、定位装置32との相対的位置関係として同定する。その後に、病変部34の位置情報を基に、シース33を先端部が病変部34に到達する様に穿刺する。

- 40 【0019】次に内視鏡35及び鉗子36をシース33内に挿入し、術者は、モニタ40画面により、病変部34を観察しながら入力マニピュレータ42を操作する。この入力マニピュレータ42を操作することによって鉗子36が同期した動作を行い病変部34の処置を行う。前記鉗子36は、シース33内で、入力マニピュレータ42と同様の自由度の高い動きを実現する。

- 【0020】従って、第2実施例の手術装置によれば、狭いシース内で、鉗子を自在に動かすことができるため、鉗子の動きに制約が少なく自由な動作による処置を行なうことができる。また、このためにより複雑で難易度

の高い手術も、開頭することなく、定位脳手術で行うことが可能である。

【0021】さらに内視鏡を用いて、所望する映像をモニタ上に映し出すことによって、術者は、シース開口部自体を直視する必要はなく、楽な姿勢で手術を行うことができる。また、鉗子の動作、開閉を入力マニピュレータにて行うことによって、鉗子先端での細かな動きを拡大して操作することができるため複雑な手術操作を楽に行うことができる。

【0022】次に図6及び図7には、本発明による第3実施例としての手術装置の構成を示し説明する。この第3実施例は、前述した第1実施例の手術装置の定位装置を利用するものであり、ここでは特徴部分のみを説明する。この手術装置において、図6は、図1に示した定位装置に装着された開頭ドリルにより開頭を行なう状態を示し、図7は、本実施例のブロック構成の一例を示す。

【0023】図7に示すように、この手術装置は、開頭ドリル51に取付けられた加速度センサ54、力センサ55と、ドリル53を回転させるためのモータ58、ドリル進退用アクチュエータ57は制御装置59に接続される。

【0024】この手術装置は、図6に示すように、開頭ドリル51には、先端にドリル刃53が設けられ、術者の手元側に加速度センサ54、力センサ55が取りつけられている。さらに開頭ドリル51はホルダ56により固定され、ホルダ56内部にはドリル進退用アクチュエータ57が内蔵されている。加速度センサ54は、圧電素子で構成されたものや、微少片持ちはりの変位検出型センサであり、力センサ55はロードセルやビーム構造を有する力覚センサである。また、ドリル進退用アクチュエータ57は歯車付きモータ等で構成される。

【0025】このように構成された手術装置を用いて、開頭ドリル51で頭がい骨を切削する場合、まず、ドリル刃部53をモータ58で回転させ、ドリル進退用アクチュエータ57にて、開頭ドリル51を進めてゆく。この時に、無理な力が加わらない様に、力センサ55によりドリル刃53が頭がい骨から受ける反力を検出して、ドリル刃53を進める速度を制御する。そして頭がい骨を貫通する間際になると、頭がい骨から受ける反力が弱くなるので、これを検知しドリル刃53を進める速度又はモータ58の回転数を落とす。

【0026】そしてドリル刃が貫通した瞬間は、頭がい骨からの反力が急になるが、慣性力によりドリル刃53はそのまま進み続けようとするため、加速度が増加する。この反力と加速度の急激な変化を検出して、モータ58の回転を止めると同時に、ドリル刃53の進行を停止させるために、ドリル進退用アクチュエータ57により、ドリル進退方向を反転させる。もしくは、図示しないブレーキ部材、例えばブレーキドラム等によりドリル進退用アクチュエータ57の電源OFFさせ、同時に

ブレーキをかけ、開頭ドリル51の動きを止めてよい。

【0027】このような第3実施例の手術装置により、開頭時に開頭ドリルで受ける頭がい骨からの反力を検出する力センサと、開頭ドリルの加速度を検出する加速度センサを開頭ドリルに設け、その信号によりドリルの回転と進退を制御したことにより、従来に比べて、開頭時の脳実質に対する傷つけ防止を実現できる。次に図8及び図9には、本発明による第4実施例としての手術装置を示し説明する。

【0028】本実施例は、前述した第3実施例の手術装置における開頭ドリルを定位装置から外し、ドリル進退用アクチュエータを、自在に曲げられる関節を持った関節アクチュエータに取り替えることにより、開頭手術だけでなく、他の例えは、椎弓のカットに用いることもできる。つまり、図8に示すように、ドリル62がドリル保持のための多関節ホルダ60を介して定位装置に固着されている。

【0029】この多関節ホルダ60の調節部には、関節の動きをロックするための関節固定アクチュエータ61が内蔵されている。このアクチュエータ61には、例えば、空気圧にて調節の動きを止める空気圧ブレーキや、電界をかけることに硬度を高くすることで、関節の動きを止める磁性流体等が利用できる。

【0030】この装置における処置対象が例えは、椎弓切削であった場合には、椎弓切削に適した形状のドリル62と、椎弓用ドリル刃63に換える。つまり、術者は自在に動く状態の椎弓用ドリル62を手に持ち、カットする椎弓部分を直視しながら行う。多関節ホルダ60の30 関節部は、フリー状態になっており、椎弓用ドリル刃63を自在に動かすことができる。

【0031】この様な場合に、本実施例の手術装置では、術者が椎弓用ドリル刃63を急に動かした時や、椎弓等をカットし終えた瞬間に、力センサ65及び加速センサ64がその動きを検出し、危険と思われる判断がなされ、自動的にモータの回転を停止させ、且つ関節アクチュエータの関節をロックし、安全を図ることができる。

【0032】このような手術装置により、脊柱管内部の40 圧迫による脊髄麻痺等の疾患に対する治療法である椎弓切除法を行う際に、椎弓切除用のドリルで受ける反力と、ドリルの加速度を検出し、その信号によりドリルの急激な動きを検出し、その場合にドリルの回転を止め、多関節ホルダの動きを固定したことにより、より安全な椎弓切除が行なえる。

【0033】次に図10には、本発明による第5実施例としての手術装置を示し説明する。本実施例は、前述した第4実施例の手術装置の椎弓切除用のドリルに替って外科用メスを装着した例である。この手術装置において、先端部に外科用メス70を先端に搭載した外科処置

具ホルダ66が、多関節ホルダ10を介して、定位装置のフレーム等に固着されている。この多関節ホルダ60の関節には、関節固定アクチュエータに代わりに、外科用メス70を移動させるための関節アクチュエータ82がそれぞれ置換されている。また制御装置9には教示入力部83が設けられている。

【0034】前記関節アクチュエータ82は、ACモータ等より構成され、外科処置具ホルダ66に取付けられている加速度センサ71、力センサ72と共に、複数方向の成分を検出できるものである。前記加速度センサ71は、例えば1パッケージ内に圧電素子をX、Y、Z方向に設けた3方向の加速度成分の検出可能なジャイロで構成され、また力センサ72は、起歪ビームに歪ゲージを配し、力がかかったことによる歪を検出し、X、Y、Z方向の力とロール・ピッチ・ヨーのモーメントを検出可能な6軸が力覚センサが考えられる。

【0035】このように構成された手術装置において、まず、術者がある一定範囲を処置する、例えばメスで正中切開等を行なう場合には、処置前に処置対象部の教示を行なう。すなわち、外科用メス70で切開する場合は、起点と終点に外科用メス70を位置させ、その時にそれぞれの位置で教示入力部83の教示ボタンを押し、位置を座標として入力する。

【0036】そして、実際の処置時には、術者が手で外科処置具ホルダ66を持ち処置を行なうが、その間教示した処置対象部（この場合は切開線）を逸脱した方向に外科処置具ホルダ66を動かそうとした場合、加速度センサ71、力センサ72によりその方向を検知し、予め入力された教示方向に外科処置具ホルダ66を動かす様に、多関節ホルダ66の動きを制御する。

【0037】さらに外科処置具ホルダ66の力センサ72は、処置中、外科用メス70が生体から受ける反力を検出し、その信号により予め設定した切開に必要な印加力の範囲に維持されるように、多関節ホルダ66の動きを制御する。なお、外科処置具ホルダ66の先端の処置具は、取り換え可能であり、例えば処置具を持針器にすれば、体腔内の縫合・吻合等を、前もってロボットに教示させることにより安全に行なうことができる。

【0038】以上のことから第5実施例の手術装置によれば、術者が予め教示した処置対象部分と術者の動きのずれを、多軸成分の検出が可能な加速度センサ、力センサで検出させ、その検出信号に応じて、教示した通りに外科処置具を動かす様に多関節ホルダが制御され、より安全な処置を行うことができる。次に図11及び図12には、本発明による第6実施例としての手術装置の構成を示し説明する。この実施例は、遠隔的に外科的処置を行なうためのマスタースレーブシステムである。

【0039】このシステムにおいて、術者の操作するマスターarm101には、マスターarm101の形状を検出するための位置センサ96（例えば、ポテンショメー

タ、エンコーダ、レゾルバ等）と、マスターarm101の動きを規制するための関節アクチュエータ97（例えば、モータ、ブレーキ等）が内蔵されている。また、実際に処置を行なうスレーブアーム98には、スレーブアーム98の形状を検出するための位置センサ93（ポテンショメータ、エンコーダ、レゾルバ等）と、スレーブアーム98を駆動するための関節アクチュエータ94（モータ等）が内蔵されている。

【0040】またマスターarm101、スレーブアーム98は、共に、先端部に組織把持部が設けられている。このスレーブ側組織把持部は組織把持力検出のためのセンサ91（例えば、小型ロードセル、歪ゲージ等）が設けられ、該スレーブアーム98の先端寄りには加速度センサ92が設けられている。またマスターarm101の先端部には同様に力センサ100が設けられている。

【0041】このように構成された手術装置は、術者がマスターarm101を処置のため動かすと、位置センサ96からの信号が制御装置95に入力され、マスターarmの形状に追従する様に、スレーブアーム98が駆動する。ここで、術者がマスターarm側で誤って急激な動きを行ってしまった場合は、スレーブ側の加速度センサ92により、その動きが正常な動作でないことを検出する。その検出信号により制御装置95は、マスターarmの動きに追従しないよう、スレーブアーム側の関節アクチュエータ94をロックさせ、スレーブアーム98の動きを止める。

【0042】また、スレーブアーム側の組織把持部のセンサ91にて検出した生体からの反力信号は、制御装置95に入力された後、マスターarm側の関節アクチュエータ97に入力され、マスター側にスレーブ側が検出した反力を呈示する様、関節アクチュエータ97を駆動する。この検出した反力が組織にダメージを与えるような過大な値の場合は、制御装置95よりスレーブ側の関節アクチュエータ94の動きが、マスターarm101の動きにかかわらず、予じめ設定された値を越えない様に制御する。

【0043】尚、過大な加速度、組織に対する力を検出した場合に、マスターarm101の方の動きを止める様に関節アクチュエータ94を駆動制御してもよい。また、アーム先端の処置具は他の鉗子等と交換可能である。

【0044】以上説明した第6実施例の手術装置は、スレーブマニピュレータの過大な加速度、組織に対する過大な力を検出し、その情報に応じてスレーブアームもしくはマスターarmを駆動制御したことにより、従来の処置具では達成不可能であった低侵襲の深部臓器へのアプローチを行なうマスタースレーブ外科処置システムによる処置を安全に、術者側のミスをカバーして行なうことができる。

【0045】次に図13には、第7実施例としての手術

装置の構成を示し説明する。この手術装置においては、コンピュータ111には、患部のCT画像データ116と、患者個有情報データ117により構成される患者情報メモリ112と、膝靭帯再建手術データベース113と、ディスプレイ114と、手術用ロボット118と、手術用ロボット118を駆動制御する手術用ロボット制御装置115と、手術用ロボット制御装置115が制御を行うための基準位置を検出する基準位置検出センサ119とで構成されている。

【0046】この手術装置は、患者情報メモリ112と膝靭帯再建手術データベース113から読出された信号を入力し、ディスプレイ114と手術用ロボット制御装置115にその信号を出力する。前記手術用ロボット制御装置115は、基準位置検出センサ119からの信号に基づき、手術用ロボット118の動作を制御している。

【0047】図15は、このような手術装置を用いて、膝靭帯再建手術を行う時の様子を示すものである。前記手術用ロボット118の先端部に骨削り用のドリル131が取り付けられている。処置対象の患者の乗っているベッド130には、患者膝固定台120が手術用ロボット132とともに設けられている。

【0048】基準位置検出センサ119は、CT像において明確に認識可能であり、且つ手術用ロボット118に対する基準位置指示部材を検出するものであり、基準位置指示部材は例えば、CT不透過の複数の金属片や、高透確率のコアを芯材とした3軸磁気ソース等であり、体表やX線透過材で構成された患者膝固定台120に取り付けてある。

【0049】このように構成された手術装置において、コンピュータ111には患者情報メモリ112に格納されている、術前に撮像した膝のCT画像データ116と、術前検査により数値化された患者個有情報（体の柔かさ膝の動態等）117が入力される。これらのデータに加え、膝靭帯再建手術データベース113に格納されている再建靭帯の強度データ、種々の骨格・靭帯の形状における膝動態データコンピュータ111に入力し、術者の設定した再建靭帯固定のための穴位置・再建靭帯材質による靭帯再建手術施行後の膝動態をシミュレーションする。

【0050】この結果は、3Dグラフィックとしてディスプレイ114に表示される。この様にしてシミュレーションを行ない、術後の膝動態が良好（引っかかりがない、再建靭帯に応用集中が起こらない等）である靭帯固定の穴位置を決定する。この最適位置の情報は手術用ロボット制御装置115に入力される。ここで、手術用ロボット制御装置は、基準位置検出センサ119からの信号を受信し、処置対象部位と手術用ロボット118との位置関係を認識する。

【0051】前記再建靭帯固定用最適穴位置データは、

術前に撮像したCT像における基準位置指示部材の位置を基準としたものであり、このCT像をベースとした穴位置情報を同一の基準位置を用いて、実際の処置用のデータとしている。図14(a)に示すように、前記基準位置指示部材が複数のX線不透過金属片123とした場合は、基準位置検出センサ119がTVカメラ121であり、画像処理により基準位置を検出し、CT像の基準位置と合致させ手術用ロボット118により骨削りを行なう。また図14(b)に示すように、基準位置指示部材が3軸の磁気ソース124の場合は、基準位置検出センサ119は同様の構造をもつ3軸の磁気センサ125となる。

【0052】尚、本実施例は膝靭帯再建術に限られるものではなく、人工膝関節置換術、人工股関節置換術にも応用可能である。但し、この場合は行う手術用に関する再建手術データベースを作成する必要がある。

【0053】以上のような第7実施例の手術装置により、膝靭帯の再建手術は、最適な再建靭帯固定のための骨削り位置を決定するため、術前に患部のCT画像データ、患者個有情報と、膝靭帯再建手術データベースからのそれぞれのデータをもとに、術後動態のシミュレーションを行ない、決定された骨削り位置データをもとに手術用ロボットにより正確な骨削りが行なえるため現状医者の経験と勘によるところが大であった骨削り位置決定を、確実に決定することができ、更にロボットに処置を行なわせることで精度の高い骨削りが行なえ、十分な機能回復が期待できる。

【0054】次に、図16にには、第8実施例としての手術装置の構成を示し説明する。この手術装置においては、患者頭部のCT画像データ140はコンピュータ141に接続され、該電子計算機141は、入力装置143とディスプレイ142と手術用ロボット制御装置144に接続されている。この手術用ロボット制御装置144は、手術用ロボット146と基準位置検出センサ145に接続されている。

【0055】このように構成された手術装置は、前記コンピュータ141では、術前の頭部CT画像140より、立体画像(3D)の頭蓋骨画像を構築し、ディスプレイ142上に3D表示する。この表示画像を入力装置143により、向きを移動させたり、形状変化させたりして、頭がい骨奇形整形の手術プラン決定のためのシミュレーションを行なう。このシミュレーションより決定された骨削り部位は、切削位置データとして手術用ロボット146に入力され、シミュレーション通りの部位を正確に切削加工する。

【0056】以上のことから本実施例の手術装置により、頭がい骨奇形の整形のための手術を、術前シミュレーションで決定されたデータに基づいて手術用ロボットにて正確に骨削り加工が行なえるため、従来の様に、シミュレーションデータをもとに医者の手で切削を行って

いた場合に比べ、より正確でかつ医者の負担を軽減することができる。

【0057】以上説明したように本発明の手術装置は、定位装置を用いることにより、位置決め精度の向上させ、人為的なミスを無くし、患者に与える侵襲をより低く抑えることができる。また、プローブの挿入の際に血管や神経を回避させて傷付けること無く、安全な手術が確保される。さらに前記プローブ内に備えられた鉗子等の処置具を遠隔操作可能な多自由度マニピュレータを用いて、処置具の複雑な動作も外部から容易に操作でき、安全で高度な手術を行うことができる。

【0058】そして、定位装置に装着された処置具に加速センサや力センサ等を設けて、術者が行う手術における処置具の動きを監視し、誤操作の発生に制限を加え、危険な事態を未然に防止することができる。また本発明は、前述した実施例に限定されるものではなく、他にも発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形や応用が可能であることは勿論である。

【0059】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、定位手術における術者の作業負担を軽減し、安全にかつ確実に短時間で、手術器具の位置決めを正確に行う手術装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による第1実施例としての手術装置の各部材の構成を示す図である。

【図2】第1実施例の手術装置の構成を示すブロック図である。

【図3】第1実施例の手術装置により、頭部に挿入された状態のシースの先端部付近を示す図である。

【図4】頭蓋骨内の脳の病変部と欠陥の走行位置の関係を示す図である。

【図5】第1実施例の手術装置を用いて、マニピュレー*

* タにより頭部に挿入された鉗子により手術する状態を示す図である。

【図6】第3実施例として、第1実施例の定位装置に装着された開頭ドリルにより開頭を行なう状態を示す図である。

【図7】本発明による第3実施例としての手術装置の構成を示すブロック図である。

【図8】第4実施例として、第1実施例の定位装置に装着された関節アクチュエータに装着された開頭ドリルにより椎弓切削を行なう状態を示す図である。

【図9】本発明による第4実施例としての手術装置の構成を示すブロック図である。

【図10】本発明による第5実施例としての手術装置の部材構成とブロック構成を示す図である。

【図11】本発明による第6実施例としてのマスタースレーブシステムの構成を示すブロック図である。

【図12】第6実施例のマスタースレーブシステムの部材構成を示す図である。

【図13】本発明による第7実施例としての手術装置の構成を示すブロック図である。

【図14】第7実施例の手術装置における基準位置指示部材の例を示す図である。

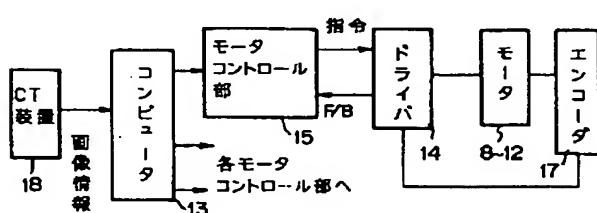
【図15】第7実施例の手術装置を用いて、膝靭帯再建手術を行う時の様子を示す図である。

【図16】本発明による第7実施例としての手術装置の構成を示すブロック図である。

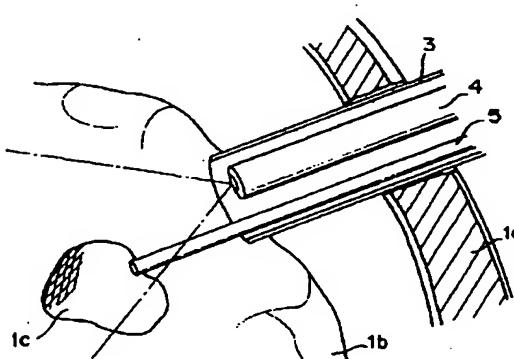
【符号の説明】

- 1…頭部、2…定位装置、3…シース、4…内視鏡、5…超音波吸引器、6…超音波吸引器本体、7…アーム、8…Xモータ、9…Zモータ、10…αモータ、11…βモータ、12…dモータ、13…コンピュータ、14…ドライバ、15…モータコントロール部、16…手術台、17…エンコーダ、18…CT装置、19…画像情報

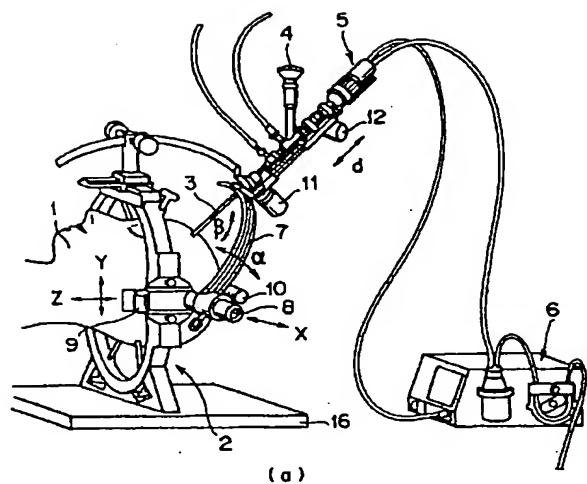
【図2】



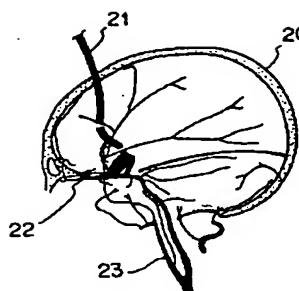
【図3】



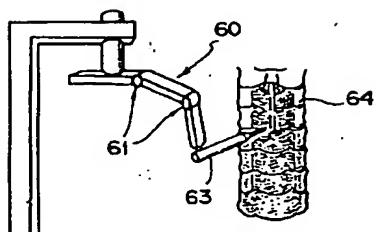
【図1】



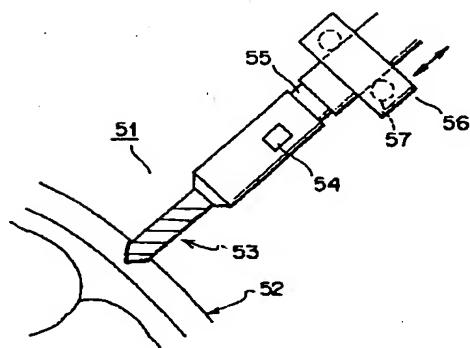
【図4】



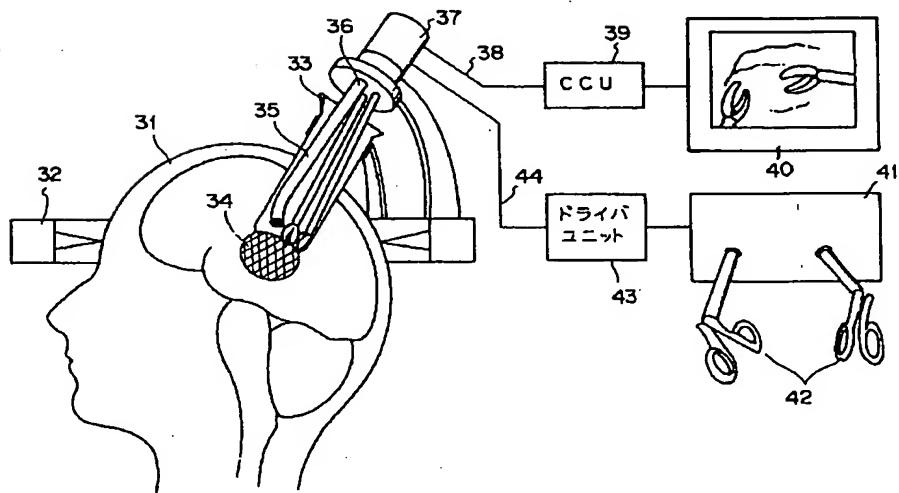
【図8】



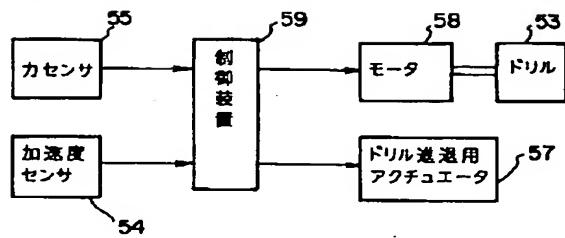
【図6】



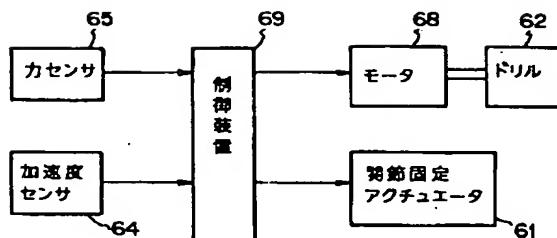
【図5】



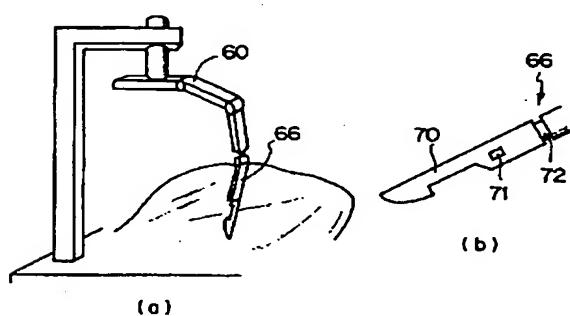
【図7】



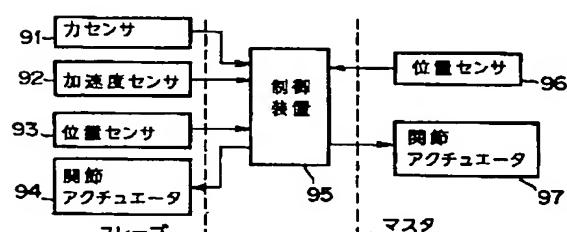
【図9】



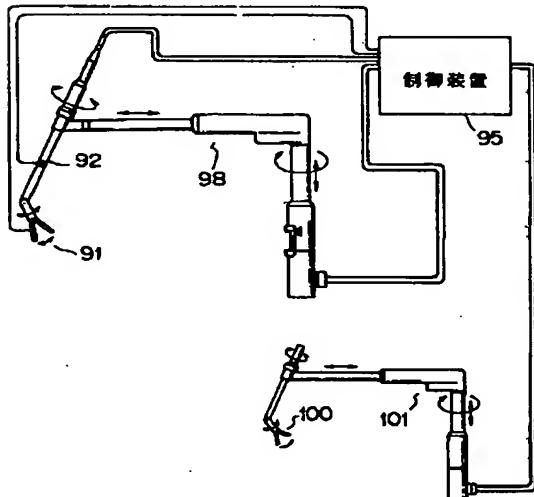
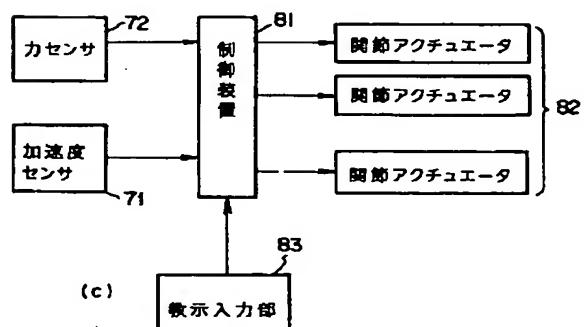
【図10】



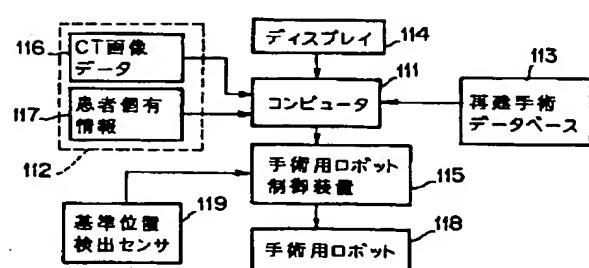
【図11】



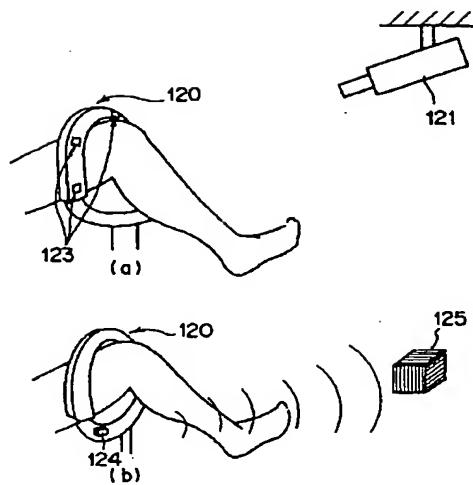
【図12】



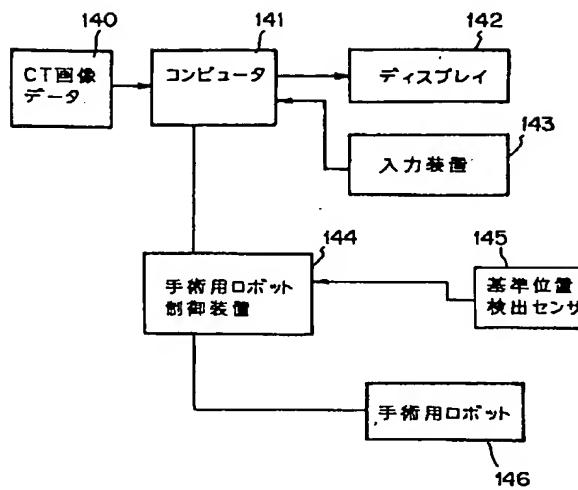
【図13】



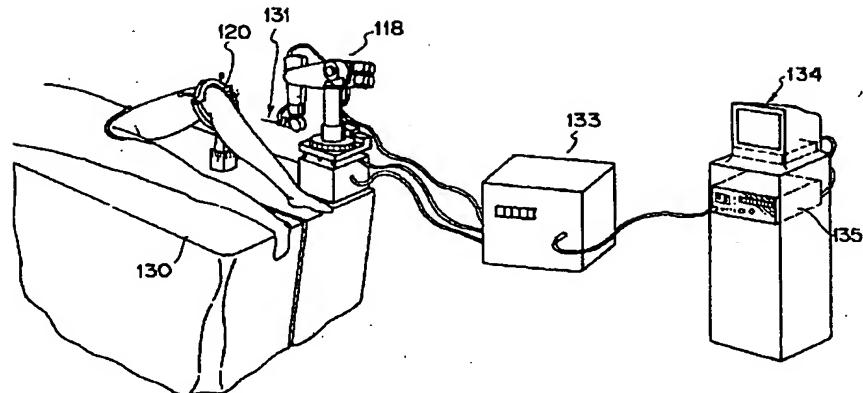
【図14】



【図16】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 小坂 芳広

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンバス光学工業株式会社内